

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-295115
 (43)Date of publication of application : 20.10.2000

(51)Int.CI.

H03M 13/00
H03M 13/27
H04L 1/00

(21)Application number : 11-099597

(71)Applicant : YRP MOBILE TELECOMMUNICATIONS KEY TECH
RES LAB CO LTD

(22)Date of filing : 07.04.1999

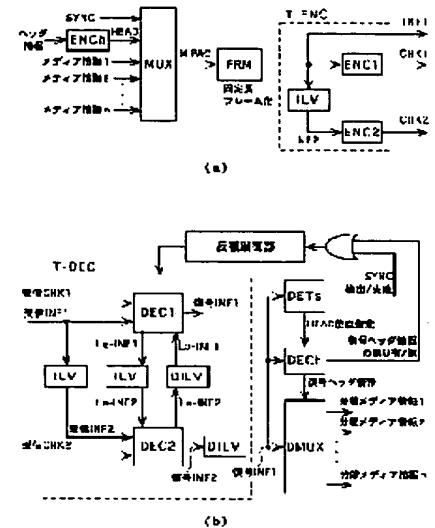
(72)Inventor : YAMAZAKI SHOICHIRO

(54) DECODER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent number of repetition times in turbo decoding from being increased and to enhance the decoding characteristic of the titles decoder.

SOLUTION: At a transmitter side, a multiplexer MUX multiplexes a plurality of media information sets 1, 2,..., n to generate a multiplex packet consisting of a payload, a header and a synchronizing word SYNC, the packet is assembled into frames, a turbo encoder T-ENC encodes the frames and the coded frames are transmitted to a communication line. A turbo decoder T-DEC having 1st and 2nd decoders DEC1, DEC2 applies repetitive decoding to a signal sent from the transmitter side, and outputs decoded information to a demultiplexer DMUX. A repetitive control section discriminates whether or not detection of a synchronous word and recovery of header information by a SYNC detector DETs and a header use communication path decoder DECh are successful so as to control repetition of turbo decoding depending on the result. Furthermore, in the case of repetitive turbo decoding, succeeding decoding uses external likelihood with respect to a check signal stream to enhance the decoding characteristic.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3244121

[Date of registration] 26.10.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-295115
(P2000-295115A)

(43)公開日 平成12年10月20日 (2000.10.20)

(51)Int.Cl.⁷
H 03 M 13/00
13/27
H 04 L 1/00

識別記号

F I
H 03 M 13/00
13/22
H 04 L 1/00テマコード⁸(参考)
5 J 0 6 5
5 K 0 1 4
F

審査請求 有 請求項の数 5 OL (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平11-99597

(22)出願日

平成11年4月7日 (1999.4.7)

(71)出願人

395022546
株式会社ワイ・アール・ピー移動通信基盤
技術研究所

(72)発明者

神奈川県横須賀市光の丘3番4号
山崎 彰一郎
株式会社ワイ・アール・ピー移動通信基盤技術研究所内

(74)代理人

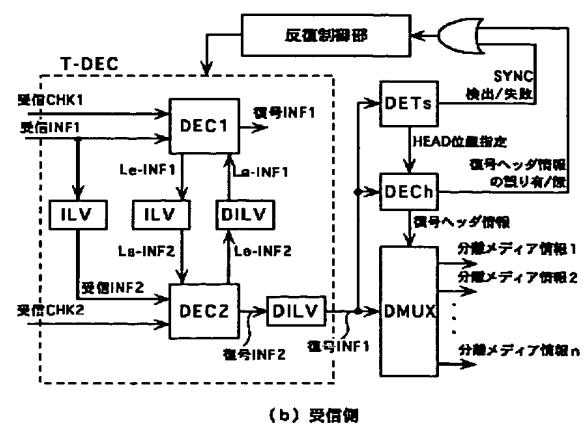
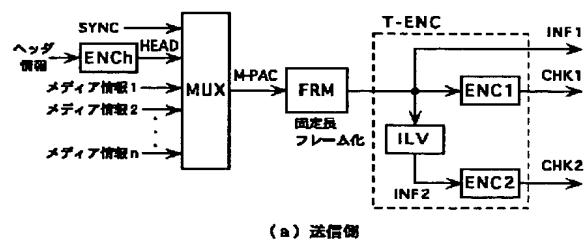
100106459
弁理士 高橋 英生 (外3名)
Fターム(参考) 5J065 AA01 AB01 AC02 AD01 AG06
AH07 AH09 AH19
5K014 AA01 BA02 FA16

(54)【発明の名称】復号装置

(57)【要約】

【課題】 ターボ復号における反復回数の増大を防ぐとともに、復号特性を改善する。

【解決手段】 送信側では、多重器MUXで複数のメディア情報1、2…nを多重したペイロード、ヘッダおよび同期語SYNCからなる多重パケットを生成し、フレーム化して、ターボ符号化器(T-ENC)で通信路符号化して送信する。第1および第2の復号器DEC1、DEC2を有するターボ復号器(T-DEC)において、受信信号を反復復号し、復号情報を分離器(DMUX)に出力する。反復制御部において、SYNC検出器DETsおよびヘッダ用の通信路復号器DEChによる同期語の検出とヘッダ情報の再生が成功するか否かを判定し、その結果により、ターボ復号の反復を制御する。また、ターボ復号の反復の際、検査信号列に関する外部尤度を次回の復号で用いることにより、復号特性を改善する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多重化された複数の情報および該複数の情報を分離するための制御情報を含む多重パケットをターボ符号化により通信路符号化した信号を復号する復号装置であって、

ターボ符号を復号する復号手段と、

該復号手段の出力信号列を前記制御情報に基づいて前記複数の情報に分離する分離手段と、
前記制御情報が正しく検出されるか否かに応じて、前記復号手段の反復復号回数を制御する制御手段とを有することを特徴とする復号装置。

【請求項 2】 前記制御情報は前記多重パケットの先頭を示す情報を含むことを特徴とする前記請求項 1 記載の復号装置。

【請求項 3】 前記制御情報は、前記多重パケットに多重化されている情報の種類、あるいは、情報の長さを示す情報を含むことを特徴とする前記請求項 1 記載の復号装置。

【請求項 4】 情報信号列と該情報信号列に対し所定の符号化規則に基づいて生成された検査信号列とを受信して復号する復号装置であって、

前記情報信号列を構成する受信信号と前記検査信号列を構成する受信信号とが入力され、前記検査信号列に対する前記情報信号列の関係を規定する逆符号化規則に基づいて、前記検査信号列を構成する信号の送信値がいずれの信号値である可能性が高いかを示す検査信号列に関する外部尤度を算出する機能を有することを特徴とする復号装置。

【請求項 5】 情報信号列と該情報信号列から生成された第 1 の検査信号列と前記情報信号列をインタリープした情報信号列から生成された第 2 の検査信号列とを受信して復号する復号装置であって、

前記情報信号列を構成する受信信号と前記第 1 の検査信号列を構成する受信信号とが入力され、前記第 1 の検査信号列に関する外部尤度を算出する機能を有する第 1 の復号手段と、

前記情報信号列を構成する受信信号をインタリープした信号と前記第 2 の検査信号列を構成する受信信号とが入力され、前記第 2 の検査信号列に関する外部尤度を算出する機能を有する第 2 の復号手段とを有し、

前記第 1 の復号手段で算出した前記第 1 の検査信号列に関する外部尤度を次回の該第 1 の復号手段における前記第 1 の検査信号列の復号における事前尤度として使用し、前記第 2 の復号手段で算出した前記第 2 の検査信号列に関する外部尤度を次回の該第 2 の復号手段における前記第 2 の検査信号列の復号における事前尤度として使用することを特徴とする復号装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ターボ符号化され

た情報を復号する復号装置に関し、特に、マルチメディアディジタル情報通信システムに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 マルチメディアディジタル情報通信においては、画像だけ、音声だけ、データだけ、画像と音声、音声とデータ、画像と音声とデータなど様々なメディア情報を一つのビット列に多重することにより、マルチメディア情報を一つの回線で送信することを実現する。すなわち、送信側では、複数のマルチメディア情報、例えば、音声、映像、テキスト文書、コンピュータデータなどの情報ビットを、マルチメディア多重器 (MUX) で一つのビット列に合成し、伝送する。そして、受信側では、受信したビット列をマルチメディア分離器 (DMUX) で、各メディア情報に分離した後、再生する。

【0003】 マルチメディアディジタル情報通信を、フェージングなどが必至の移動体無線伝送路で実現する際、伝送誤り対策として用いられるのが通信路符号化・復号による誤り訂正である。送信側では、通信路符号化器 (ENC) により情報信号列 (INF) に対して所定の符号化規則に基づいてパリティ検査信号列 (CHK) を生成して、INF と CHK を送信する。受信側では、通信路復号器 (DEC) が、受信した情報信号列 (受信 INF) に対して、受信したパリティ検査信号列 (受信 CHK) と前記符号化規則に従い、受信 INF の誤りを推定して、誤りが訂正された復号信号列 (復号 INF) を得る。このように、移動体環境下のマルチメディアディジタル情報通信では、マルチメディア多重器・分離器 (MUX・DMUX) と、通信路符号化器・復号器 (ENC・DEC) が基本コンポーネントとなる。

【0004】 図 7 および図 8 を参照して、従来のマルチメディア情報通信システムについて説明する。ここで、図 7 は従来のマルチメディア情報通信システムにおける送信側と受信側の構成を示し、図 8 はデータの構造を示す。各メディア情報 1、2、…、n は多重器 (MUX) により多重されて多重パケット (M-PAC) が output される。図 8 に示すように、これらのメディア情報は多重パケット M-PAC のペイロード (PYLD) に収容される。PYLD の前段には、PYLD にどのような種類の情報が、各々どのくらいの長さ (bit) 収められているかを示す制御情報としてヘッダ (HEAD) が設置される。そして、M-PAC の先頭位置を示す同期信号 (SYNC) が HEAD の前段に設置される。このような構造のパケット形式としては、ITU で標準化された H.223 プロトコルがある。

【0005】 図 7 には、通信路符号化にターボ符号に基づく手法を採用した例を示している。図 7 の (a) は送信側の構成を示しており、多重パケット (M-PAC) 列をフレーム化器 (FRM) により、固定長にフレーム化 (フレーム長: K ビット) し、この信号を第 1 の情報信号列 (INF1) として、ターボ符号化器 T-ENC に入力する。タ

一符号化器 (T-ENC) には、第1の通信路符号化器 (ENC1) に加えてインタリーブ器 (ILV) と第2の通信路符号化器 (ENC2) が設置されている。ターボ符号化器T-ENCでは、前記第1の情報信号列 (INF1) を第1の通信路符号化器 (ENC1) により符号化して第1のパリティ検査信号列 (CHK1) を生成すると共に、INF1をインタリーブ器 (ILV) でインタリーブした信号列をINF2として、該INF2を第2の通信路符号化器 (ENC2) により符号化して第2のパリティ検査信号列 (CHK2) を生成し、前記第1の情報信号列 (INF1) 、前記第1のパリティ検査信号列 (CHK1) および前記第2のパリティ検査信号列 (CHK2) を伝送する。

【0006】図7の(b)は受信側の構成を示しており、第1の通信路復号器 (DEC1) 、第2の通信路復号器 (DEC2) 、2つのインタリーブ器 (ILV) 、デインタリーブ器 (DILV) から構成される受信側のターボ復号器 (T-DEC) が設けられている。前記第1の通信路復号器 (DEC1) および第2の通信路復号器 (DEC2) は、いずれも、実数値の受信入力信号に対して実数値の復号出力信号を出力する軟判定入力、軟判定出力方式の復号器を用いる。さらに、これらの復号器は、復号する前の信号の信頼度を与える事前尤度 (La) を加えることができ、復号した後の信号の信頼度を与える外部尤度 (Le) を算出することができる方式のものを採用する。ここで、尤度は、受信信号値に対して、尤度 = \log (送信信号値が"+1"である確率 / 送信信号値が"-1"である確率)

により定義される。なお、この尤度の算出の手法については、後述する文献 [2] に詳述されている。また、復号出力信号は、
復号出力信号 = 受信入力信号 + 事前尤度 + 外部尤度
で表される。

【0007】第1の通信路復号器 (DEC1) は、受信した第1の情報信号列 (受信INF1) と受信した第1のパリティ検査信号列 (受信CHK1) に加えて、INF1の事前尤度 (La-INF1) を入力して復号し、第1の復号信号列 (復号INF1) と共にINF1の外部尤度 (Le-INF1) を出力する。また、第2の通信路復号器 (DEC2) は受信INF1をインタリーブ器 (ILV) でインタリーブした信号列を受信INF2として、この受信INF2と受信した第2のパリティ検査信号列 (受信CHK2) に加えて、INF2の事前尤度 (La-INF2) を入力して復号し、第2の復号信号列 (復号INF2) と共にINF2の外部尤度 (Le-INF2) を出力する。そして、INF1の事前尤度 (La-INF1) として、前記復号INF2の外部尤度 (Le-INF2) をデインタリーブ器 (DILV) でデインタリーブした信号を供給し、また、INF2の事前尤度 (La-INF2) として、前記復号INF1の外部尤度 (Le-INF1) をインタリーブ器 (ILV) でインタリーブした信号を供給して、前記第1の通信路復号器 (DEC1) と第2の通信路復号器 (DEC2) の復号を反復し、所定の回数の反

復の後、復号INF2をデインタリーブした信号を復号INF1として出力する。

【0008】このターボ符号化・復号は、理論限界に近い特性を得られるとされており、例えば以下の文献に詳細に記されている。

[1] C. Berrou, and A. Glavieux, "Near optimum error correcting coding and decoding: Turbo-codes" IEEE Trans. Commun. vol. COM-44, no. 10, pp. 1261-1271, Oct. 1996.

[2] J. Hagenauer, E. Offer, and L. Papke, "Iterative decoding of binary block and convolutional codes", IEEE Trans. Inform. Theory, IT-42, no. 2, p. 429-445, March 1996.

[3] S. Benedetto, D. Divsalar, G. Montorsi, and F. Pollara, "Serial concatenation of interleaved codes: performance analysis, design, and iterative decoding", IEEE Trans. Inform. Theory vol. IT-44, no. 3, pp. 909-926, May 1998.

【0009】このようにして前記ターボ復号器T-DECから出力される復号INF1列から、SYNC検出器 (DETs) により前記同期信号SYNCを検出して、多重パケットM-PACの先頭位置とヘッダHEADの位置を指定し、ヘッダ情報を再生して、分離器 (DMUX) により、再生ヘッダ情報を従い、前記メディア情報1、2、…、nを分離する。なお、図7と図8に示した例では、ヘッダ情報HEADの再生の確度を高めるため、送信側でヘッダ情報にヘッダ用の通信路符号化器 (ENCh) により誤り訂正符号化を施し、受信側でヘッダ用の通信路復号器 (DECh) により、誤り訂正復号を行う方式を示している。このようなヘッダの誤り訂正符号化法としては、ITU-Tで標準化されたH.223 Annex Bプロトコルがある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述のようなマルチメディア多重分離通信では、受信側で、多重パケットの先頭を正しく検出して、さらに、ヘッダ情報を誤りなく再生して、分離を行うことが必要である。また、ターボ復号を伴う場合、反復回数の増加は、処理量および処理遅延の増加につながり、必要最小限の反復にとどめる必要がある。しかしながら、上述した従来の技術では、ターボ符号の復号の反復回数はあらかじめ定められており、必要以上の反復を行うことにより、処理量および処理遅延の増加が問題となる場合がある。また、外部尤度の計算は情報信号列に関してに限定されており、検査信号列に関する外部尤度は利用されず、復号特性が十分でないという問題があった。

【0011】そこで、本発明は、ターボ復号の反復を効果的に制御することにより、不必要的反復を行うことなく処理量および処理遅延の増加を防止することのできる復号装置を提供することを目的としている。また、ターボ復号の反復の際、検査信号列に関する外部尤度を算出

し、該検査信号列に関する外部尤度を次回の復号で用いることにより、復号特性を改善した復号装置を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明の復号装置は、多重化された複数の情報および該複数の情報を分離するための制御情報を含む多重パケットをターボ符号化により通信路符号化した信号を復号する復号装置であって、ターボ符号を復号する復号手段と、該復号手段の出力信号列を前記制御情報に基づいて前記複数の情報に分離する分離手段と、前記制御情報が正しく検出されるか否かに応じて、前記復号手段の反復復号回数を制御する制御手段とを有するものである。また、前記制御情報は前記多重パケットの先頭を示す情報を含むものである。さらに、前記多重パケットに多重化されている情報の種類、あるいは、情報の長さを示す情報を含むものである。このような復号装置によれば、制御信号に含まれる同期信号の検出とヘッダ信号の再生が成功するか否かにより、ターボ復号の反復を効果的に制御することが可能となる。

【0013】さらにまた、本発明の他の復号装置は、情報信号列と該情報信号列に対し所定の符号化規則に基づいて生成された検査信号列とを受信して復号する復号装置であって、前記情報信号列を構成する受信信号と前記検査信号列を構成する受信信号とが入力され、前記検査信号列に対する前記情報信号列の関係を規定する逆符号化規則に基づいて、前記検査信号列を構成する信号の送信値がいずれの信号値である可能性が高いかを示す検査信号列に関する外部尤度を算出する機能を有するものである。これにより、検査信号列に関する外部尤度を算出することが可能となり、ターボ復号の反復の際、検査信号列に関する外部尤度を次回の復号で用いることにより復号特性を改善することができる。

【0014】さらにまた、本発明のさらに他の復号装置は、情報信号列と該情報信号列から生成された第1の検査信号列と前記情報信号列をインタリープした情報信号列から生成された第2の検査信号列とを受信して復号する復号装置であって、前記情報信号列を構成する受信信号と前記第1の検査信号列を構成する受信信号とが入力され、前記第1の検査信号列に関する外部尤度を算出する機能を有する第1の復号手段と、前記情報信号列を構成する受信信号をインタリープした信号と前記第2の検査信号列を構成する受信信号とが入力され、前記第2の検査信号列に関する外部尤度を算出する機能を有する第2の復号手段とを有し、前記第1の復号手段で算出した前記第1の検査信号列に関する外部尤度を次回の該第1の復号手段における前記第1の検査信号列の復号における事前尤度として使用し、前記第2の復号手段で算出した前記第2の検査信号列に関する外部尤度を次回の該第2の復号手段における前記第2の検査信号列の復号にお

ける事前尤度として使用するようになされているものである。これにより、ターボ復号の反復の際、検査信号列に関する外部尤度を次回の復号で用いることにより、復号特性を改善することが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）本発明の第1の実施の形態について図1を参照して説明する。ここで、図1（a）は送信側の構成、図1（b）は受信側の構成を示している。なお、この送信側の構成は前記図7（a）に示した構成と同様のものである。図1（a）の送信側において、マルチメディア多重器（MUX）は各メディア情報1、2、…、nを多重して多重パケット（M-PAC：Mビット）を生成する。前記図8に示したように、M-PACは、画像、音声、データなど、任意の組み合わせの情報が収容されるペイロード（PYLD）、多重された情報の種類、長さ、配置の規則などの制御情報を収容したヘッダ（HEAD）、そして、パケットの先頭を示す同期語（SYNC）から構成される。また、この例では、ヘッダ自体は、受信側におけるヘッダ情報の誤り訂正と検出のため、ヘッダ用の通信路符号化器（ENCh）により、ヘッダ情報を誤り検出符号化した後、誤り訂正符号化が行なわれている。なお、このヘッダの誤り訂正符号化は必ずしも必要ではない。

【0016】フレーム化器（FRM）は、MUXが出力するM-PAC列を、一定の長さ（Kビット）で区切り、一定長のフレーム信号を通信路符号化器に入力する。このKビットのフレーム信号は、通信路符号化器にとって情報信号列であるため、INF1と名づける。ここで、通信路符号化器としてターボ符号化器（T-ENC）を用いる。T-ENCは、INF1に対して所定の符号化規則に従い第1のパリティ検査信号列（CHK1）を生成する第1の符号化器（ENC1）と、インターリープ器（ILV）によりビットの順番を変更したINF1をINF2として、該INF2に対して所定の符号化規則に従い第2のパリティ検査信号列（CHK2）を生成する第2の符号化器（ENC2）から構成される。そして、INF1、CHK1およびCHK2が送信される。

【0017】図1（b）の受信側においては、ターボ復号器（T-DEC）により反復復号を行う。具体的には、T-DECに設けられている第1および第2の通信路復号器（DEC1およびDEC2）により誤り訂正復号を行うが、各復号器は、軟判定入力／軟判定出力の復号器とされており、受信信号列と、受信信号列の要素信号が信頼できるか否かを示す各要素の尤度を収めた事前尤度信号列（La）を入力し、復号計算の後、復号信号列と、復号信号列の要素信号が信頼できるか否かを示す各要素の尤度を収めた外部尤度信号列（Le）を出力する機能を有する。

【0018】図示するように、受信した情報信号列（受信INF1）と受信した第1のパリティ検査信号列（受信CHK1）を第1の通信路復号器（DEC1）に入力し、第1の復号信号列（復号INF1）を出力し、さらに、復号INF1の外

部尤度信号列 (Le-INF1) を算出する。なお、第1回目の復号では、INF1の事前尤度信号列 (La-INF1) は0とする。次に、受信INF1をインタリーブ器 (ILV) でインタリーブした信号列を受信INF2として、該受信INF2と受信した第2のパリティ検査信号列 (受信CHK2) を第2の通信路復号器 (DEC2) に入力し、第2の復号信号列 (復号INF2) と復号INF2の外部尤度信号列 (Le-INF2) を算出する。ここで、前記DEC1で算出されたLe-INF1をインタリーブ器 (ILV) でインタリーブした信号をINF2の事前尤度信号列 (La-INF2) として用いる。

【0019】そして、上述したDEC1とDEC2の復号処理を反復する。すなわち、2回目以後の復号では、デインタリーブ器 (DILV) でデインタリーブしたLe-INF2をLa-INF1として、前述と同様のDEC1の処理を実行する。次に、インタリーブしたLe-INF1をLa-INF2として、前述と同様のDEC2の処理を実行する。所定回数の反復復号の後、復号INF2をデインタリーブした信号列 (これは復号INF1にひとしい) を分離器 (DMUX) に入力するとともに、SYNC検出器 (DETs) で同期語SYNCを検出し、多重パケットM-PACの先頭を検出する。なお、本発明のこの実施の形態においては、前記反復復号の回数として、従来技術において設定されている反復回数よりも少ない所定の回数に予め設定しておく。次に、ヘッダHEADをヘッダ用の通信路復号器 (DECh) で誤り訂正復号し、さらに、訂正出力に対して誤り検出復号を行う。

【0020】ここで、SYNCが正しく検出されないとき、あるいは、ヘッダ情報が正しく再生されないときには、各メディア情報の分離ができないため、メディア情報の再生が不能となる。そこで、本発明のこの実施の形態では、図示するように、反復制御部を設け、該反復制御部に前記DETsからのSYNC検出の成功/失敗に関する出力およびDEChからの復号ヘッダ情報の誤りの有無に関する出力を入力し、SYNCが検出できているか否か、あるいは、ヘッダ情報が正しく再生できているか否かに応じて、ターボ復号の反復回数を制御するようにしている。

【0021】具体的には、反復制御部において、次の(1)～(3)の基準により判定を行う。

(1) SYNCは、定められたビットパターン (例えば16ビットの擬似ランダム列) により決められており、受信ビット列とSYNCパターンとの相関を計算して相関の強い場所にSYNCがあると判定する。M-PACの最大ビット長は一般的に定められており、最大ビット長を超えたビット数に対してSYNCが現れないときSYNC検出不能と判定する。

(2) ヘッダ情報は送信側で誤り検出符号化してあるため、受信側の誤り検出で、誤りが検出されたら、ヘッダ情報が正しく再生されていないと判定する。

(3) ヘッダ情報に誤り検出符号化がなされていない場合でも、あるいは、誤り検出に失敗した場合でも、ヘッダ情報には、PYLDの長さを示す情報が収められている

ため、それにより、次のM-PACの先頭位置はわかる。したがって、その場所にSYNCを検出することができない場合、ヘッダ情報が誤っている可能性が高いと判定する。そして、上記(1)、(2)あるいは(3)のように判定された場合には、DMUXの前段のターボ復号器T-DECにおける反復回数が十分でなかったと判定して、T-DECの復号をさらに反復するように制御する。そして、SYNC検出およびヘッダ情報の再生が正しく行われるようになつたら、反復を停止し、ヘッダ情報に従い、DMUXによりペイロード (PYLD) から各メディア情報を分離する。

【0022】このように、本発明のこの実施の形態によれば、マルチメディア分離器の同期検出とヘッダ再生が成功するか否かにより、ターボ復号の反復を効果的に制御している。したがって、受信側で、多重パケットの先頭を正しく検出するとともにヘッダ情報を誤りなく再生して、分離を行うことが可能となる。また、ターボ復号の反復回数を必要最小限にとどめることができとなり、処理量および処理遅延の増加を防止することが可能となる。

【0023】(第2の実施の形態)さて、上述した従来技術および第1の実施の形態におけるターボ符号の復号においては、各復号器 (DEC1、DEC2) は、受信INF1あるいは受信INF2に関する外部尤度のみを算出し、それを次回の復号における事前尤度として利用していた。そして、第1および第2の検査信号列 (受信CHK1、受信CHK2) には、事前尤度として0を入力していた。そこで、これら検査信号列に関する外部尤度も算出し、これらを次回の復号のときの検査信号列に関する事前尤度として利用することにより、復号精度をより向上させることができ期待できる。そこで、検査信号列の外部尤度を算出し、これを反復復号に用いることにより、復号特性をより改善した本発明の第2の実施の形態について、図2～図4を参照して説明する。

【0024】図2(a)は前述した送信側のターボ符号化器の構成を示す図であり、送信側のターボ符号化器 (T-ENC) は、情報信号列 (INF1) に対して第1の符号化規則 (符号化規則1) に従い第1のパリティ検査信号列 (CHK1) を生成する第1の符号化器 (ENC1) と、インタリーブ器 (ILV) によりビットの順番を変更したINF1をINF2として、INF2に対して第2の符号化規則 (符号化規則2) に従い第2のパリティ検査信号列 (CHK2) を生成する第2の符号化器 (ENC2) から構成されており、ENC1とENC2が並列的に接続されている。そして、INF1、CHK1、CHK2が送信される。受信側においては、図2の(b)に示すターボ復号器 (T-DEC) により反復復号を行う。

【0025】まず、図3の説明図をもとに、この実施の形態におけるターボ復号器の原理について説明する。図3の(a)に示すように、前記符号化器 (ENC) は、情報信号列 (INF) を入力し所定の符号化規則に基づいて

検査信号列 (CHK) を出力する。すなわち、符号化器 (ENC) における情報信号列 (INF) と検査信号列 (CHK) は、INFを入力信号、CHKを拘束信号、符号化規則を拘束条件として1対1に関係付けられているということができる。ここで、符号化規則としてはどのようなものであってもよいが、疊み込み符号化の場合を例にとれば、入力ビット (情報ビット) と符号化器の内部状態により出力ビット (検査ビット) は一意に決定される。一方、図3の (b) に示すように、前記復号器 (DEC) は、INFを受信入力信号、CHKを受信拘束信号とし、符号化規則を復号の際の拘束条件とし、La-INFをINFの事前尤度 (信頼度を表す成分) として加え、受信入力信号の外部尤度 (信頼度を表す成分) をLe-INFとして算出している。

【0026】本実施の形態では、次のようにして、新たに検査信号列CHKの外部尤度の算出とその利用を導入している。すなわち、前述のように符号化器 (ENC) において、情報信号列INFと検査信号列CHKとは1対1の関係にある。したがって、図3の (c) に示すように、これらの入出力関係を逆にして、検査信号列 (CHK) と情報信号列 (INF) は、検査信号列CHKを入力信号、情報信号列INFを拘束信号として、前記符号化規則と逆の関係の逆符号化規則を拘束条件として関係付けられていると考えることができる。例えば、前記疊み込み符号化の場合には、符号化器の内部状態と出力ビット (検査ビット) により対応する入力ビット (情報ビット) を決定することができる。したがって、図3の (d) に示すように、復号器 (DEC) において、CHKを受信入力信号、INFを受信拘束信号、前記逆符号化規則を復号の際の拘束条件とし、La-CHKをCHKの事前尤度 (信頼度を表す成分) として加えることにより、受信入力信号 (この場合は、受信検査信号列CHK) の外部尤度 (信頼度を表す成分) をLe-CHKとして算出することができる。

【0027】図2の (b) は、このような知見に基づき、情報信号列INFの外部尤度だけではなく、検査信号列CHKの外部尤度も算出して利用するようにしたこの実施の形態の復号装置におけるターボ復号器 (T-DEC) の構成を示すブロック図である。この図において、DEC1およびDEC2はいずれも通信路復号器であり、前述の場合と同様に、軟判定入力／軟判定出力、かつ、事前尤度信号列を入力し、復号計算の後、復号信号列と外部尤度信号列を出力する機能を有するものである。

【0028】図2 (b) に示すように、各通信路復号器DEC1およびDEC2は、いずれも、その各入力側および出力側に切替えスイッチ (SW) を有している。そして、第1の通信路復号器 (DEC1) は、スイッチ (SW) をaに接続したとき、受信INF1を入力信号、受信CHK1を拘束信号、符号化規則1を復号の際の拘束条件として、DEC1により、INF1の外部尤度 (Le-INF1) を算出する。次に、SWをbに接続したときは、受信CHK1を入力信号、受信INF1を拘束信号、逆符号化規則1を復号の際の拘束条件とし

て、DEC1により、CHK1の外部尤度 (Le-CHK1) を算出する。このLe-CHK1は第1のレジスタ (RGS1) に記憶される。

【0029】また、第2の通信路復号器2 (DEC2) は、スイッチ (SW) をaに接続したときは、受信INF1をインターリープ器ILVでインターリープした信号列を受信INF2として、受信INF2を入力信号、受信CHK2を拘束信号、符号化規則2を復号の際の拘束条件として、INF2の外部尤度 (Le-INF2) を算出する。次に、SWをbに接続したときは、受信CHK2を入力信号、受信INF2を拘束信号、逆符号化規則2を復号の際の拘束条件として、DEC2により、CHK2の外部尤度 (Le-CHK2) を算出する。このLe-CHK2は第2のレジスタ (RGS2) に記憶される。ここで、Le-INF1をインターリープした信号を事前尤度2 (La-INF2) として用いる。図4の (a) に、以上の様子を示す。

【0030】そして、図4の (b) に示すように、上述のDEC1とDEC2の復号処理を反復する。なお、この図において、破線の矢印は算出される外部尤度と、それが事前尤度として用いられる復号処理との関係を示している。すなわち、第1回目のDEC1の復号では、まず、前記スイッチSWをaに接続して、受信INF1を入力信号、受信CHK1を拘束信号、符号化規則1を拘束条件として、INF1の外部尤度 (Le-INF1) を算出する。なお、このときには、事前尤度La-INF1には0を用いる。次に、前記スイッチSWをbに接続して、受信CHK1を入力信号、受信INF1を拘束信号、逆符号化規則1を拘束条件として、CHK1の外部尤度Le-CHK1を算出する。なお、このときの事前尤度La-CHK1には0を用いる。そして、算出した外部尤度Le-CHK1は第1のレジスタRGS1に格納する。

【0031】次に、前記第2の復号器DEC2の第1回目の復号では、まず、前記スイッチSWをaに接続し、前記受信INF1をインターリープ器INVでインターリープした受信INF2を入力信号、受信CHK2を拘束信号、符号化規則2を拘束条件として、INF2の外部尤度Le-INF2を算出する。このとき、前記第1の復号器DEC1から出力された外部尤度Le-INF1をインターリープ器INVでインターリープして、事前尤度La-INF2として用いる。次に、前記スイッチSWをbに切替えて、前記受信CHK2を入力信号、前記受信INF1をインターリープ器INVでインターリープした受信INF2を拘束信号、逆符号化規則2を拘束条件として、受信CHK2の外部尤度Le-CHK2を算出する。そして、該算出した外部尤度Le-CHK2は第2のレジスタRGS2に格納する。なお、このときの事前尤度La-CHK2としては0を用いる。

【0032】次に、DEC1における第2回目の復号では、まず、前記スイッチSWをaに切替え、前述の場合と同様に、受信INF1を入力信号、受信CHK1を拘束信号、符号化規則1を拘束条件として、受信INF1のLe-INF1外部尤度を算出する。このとき、前記第1回目のDEC2のa側に接続したときの復号処理で算出された受信INF2の外部尤度Le-INF2をデインターリープ器DILVでデインターリープしたL

a-INF1を事前尤度として用いる。次に、前記スイッチSWをbに切替え、受信CHK1を入力信号、受信INF1を拘束信号、逆符号化規則1を拘束条件として、受信CHK1の外部尤度Le-CHK1を算出する。このとき、前記第1回目のDEC1のb側に接続して行った復号で算出し、第1のレジスタRGS1に格納しておいた外部尤度Le-CHK1を事前尤度La-CHK1として用いる。

【0033】次に、DEC2における第2回目の復号では、前記スイッチSWをaに接続して、前述の場合と同様に、受信INF2を入力信号、受信CHK2を拘束信号、符号化規則2を拘束条件として、受信INF2の外部尤度Le-INF2を算出する。このとき、前記DEC1の第2回目のa側に接続した復号により算出した外部尤度Le-INF1をインタリープしたLa-INF2を事前尤度として用いる。次に、スイッチSWをbに接続し、前述の場合と同様に、受信CHK2を入力信号、受信INF2を拘束信号、逆符号化規則2を拘束条件として、受信CHK2の外部尤度Le-CHK2を算出する。このとき、DEC2における第1回目のb側に接続して行った復号により算出して、前記第2のレジスタRGS2に格納しておいた受信CHK2の外部尤度Le-CHK2を事前尤度La-CHK2として用いる。以下、同様に、DEC1およびDEC2を用いて、反復復号を実行する。

【0034】すなわち、2回目以後のDEC1の復号では、デインタリープしたLe-INF2をLa-INF1として、さらに、前回のDEC1で算出したLe-CHK1を今回のDEC1のLa-CHK1として、第1回目と同様のDEC1の処理を実行して、復号INF1を出力して、Le-INF1、Le-CHK1を算出する。同様に、2回目以後のDEC2の復号では、インタリープしたLe-INF1をLa-INF2として、前回のDEC2で算出したLe-CHK2を今回のDEC2のLa-CHK2として、第1回目と同様のDEC2の処理を実行して、復号INF2を出力し、Le-INF2、Le-CHK2を算出する。そして、所定回数の反復復号の後、デインタリープ器DILVでデインタリープした復号INF2を復号INF1として出力する。

【0035】従来のターボ復号では、検査信号列の外部尤度を計算して、反復復号に用いていなかったが、このような本実施の形態の復号装置によれば、検査信号列の外部尤度を計算することが可能となり、これを反復復号に用いることにより、復号特性が改善される。なお、この実施の形態の復号装置は、前述した第1の実施の形態に示した復号装置だけではなく、従来のターボ復号の場合にも適用することができる。

【0036】(第3の実施の形態) 上述した本発明の第2の実施の形態は、前記図2の(a)に示したように、送信側のターボ符号化器(T-ENC)がENC1とENC2が並列に接続された構成を有する場合を対象とするものであった。本発明の第3実施の形態は、ENC1とENC2が直列に接続されたターボ符号化器が用いられた場合のターボ符号の復号に関するもので、図5の(a)は送信側のターボ符号化器(T-ENC)の構成を示し、(b)は送信される

信号の構成を示す図である。図5(a)に示すように、この実施の形態においては、送信側のターボ符号化器(T-ENC)は、情報信号列1(INF1)に対して第1の符号化規則(符号化規則1)に従い第1のパリティ検査信号列(CHK1)を生成する第1の符号化器(ENC1)と、INF1とCHK1を直列接続した信号列をインタリープ器(ILV)によりビットの順番を変更した信号列をINF2として、INF2に対して第2の符号化規則(符号化規則2)に従い第2のパリティ検査信号列(CHK2)を生成する第2の符号化器(ENC2)から構成されており、ENC1とENC2が直列的に接続されている。そして、図5の(b)に示すINF2およびCHK2が送信される。

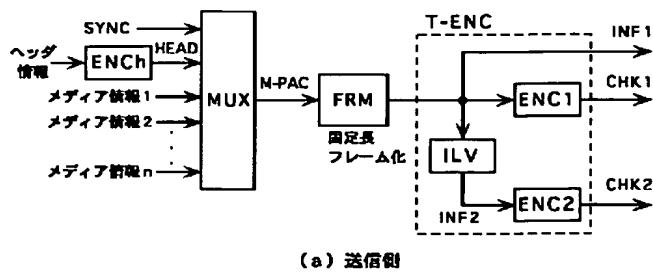
【0037】受信側においては、図6に示す直列接続型のターボ復号器(T-DEC)により反復復号を行う。図6に示すように、このターボ復号器(T-DEC)は、2つの通信路復号器、すなわち、通信路復号器(DEC1)および通信路復号器(DEC2)により誤り訂正復号を行うが、各復号器は、前述した第2の実施の形態の場合と同様に、軟判定入力/軟判定出力の復号器であり、情報信号列の外部尤度に加えて、検査信号列の外部尤度も算出して利用するものである。

【0038】図6において、まず、通信路復号器(DEC2)において、スイッチ(SW)をaに接続し、受信INF2を入力信号、受信CHK2を拘束信号、符号化規則2を復号の際の拘束条件として、INF2の外部尤度(Le-INF2)を算出する。次に、SWをbに接続して、受信CHK2を入力信号、受信INF2を拘束信号、逆符号化規則2を復号の際の拘束条件として、CHK2の外部尤度(Le-CHK2)を算出する。このLe-CHK2はレジスタ(RGS)に記憶される。なお、この第1回目の復号では、INF2の事前尤度(La-INF2)は0とし、さらに、CHK2の事前尤度(La-CHK2)も0とする。

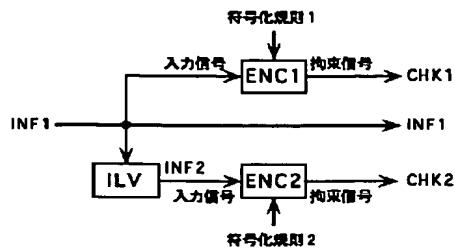
【0039】次に、受信INF2を第1のデインタリープ器(DILV1)を通過させて受信INF1と受信CHK1とに分離した信号が入力されている通信路復号器(DEC1)において、スイッチ(SW)をaに接続し、受信INF1を入力信号、受信CHK1を拘束信号、符号化規則1を復号の際の拘束条件として、INF1の外部尤度(Le-INF1)を算出する。次に、SWをbに接続して、受信CHK1を入力信号、受信INF1を拘束信号、逆符号化規則1を復号の際の拘束条件として、CHK1の外部尤度(Le-CHK1)を算出する。このとき、前記DEC2において算出されたLe-INF2をデインタリープ器DILV2でデインタリープした信号を情報成分と検査成分に分離して、事前尤度La-INF1、La-CHK1として用いる。

【0040】そして、上述のDEC2とDEC1の復号処理を反復する。すなわち、2回目以後のDEC2の復号では、前記DEC1で算出されたLe-INF1とLe-CHK1をインタリープ器ILVで直列接続しインタリープした信号列をLa-INF2として、さらに、前回のDEC2で算出したLe-CHK2を今回のDEC

[図 1]

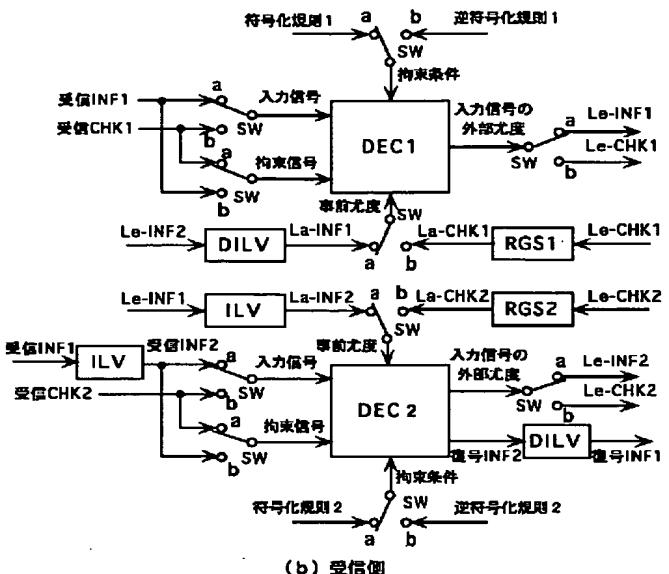
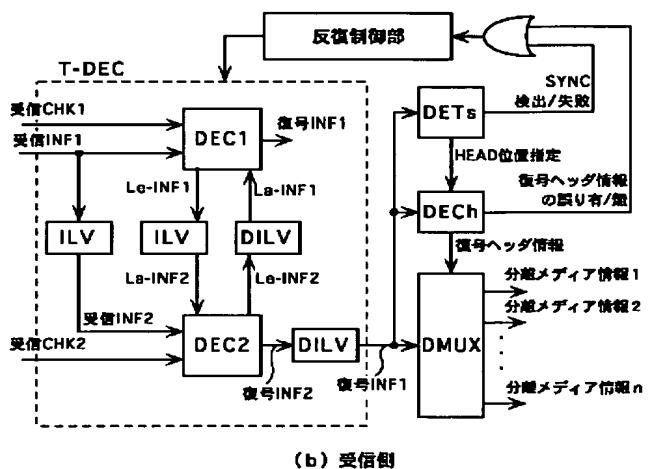


[図2]

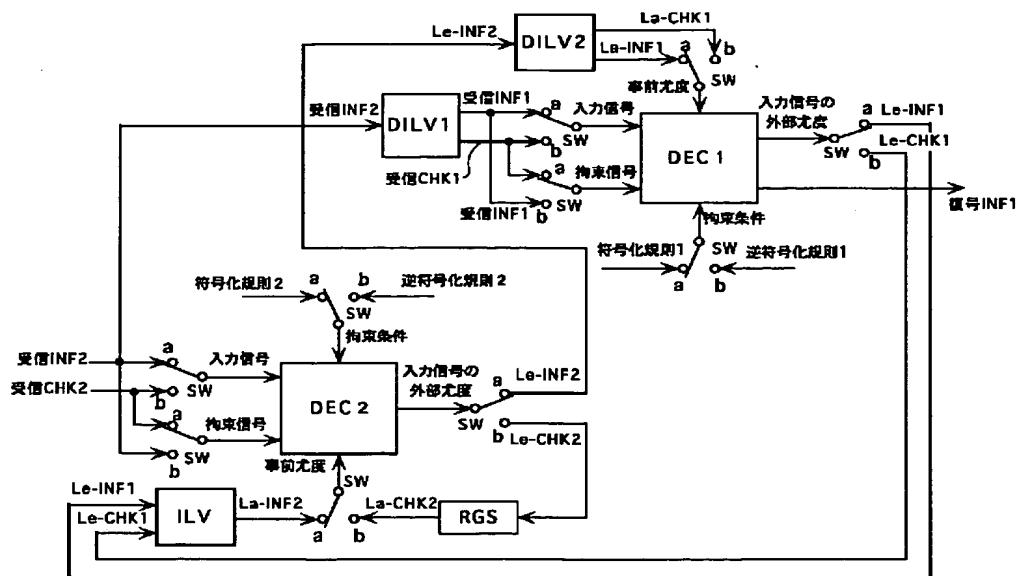


(a) 送信側

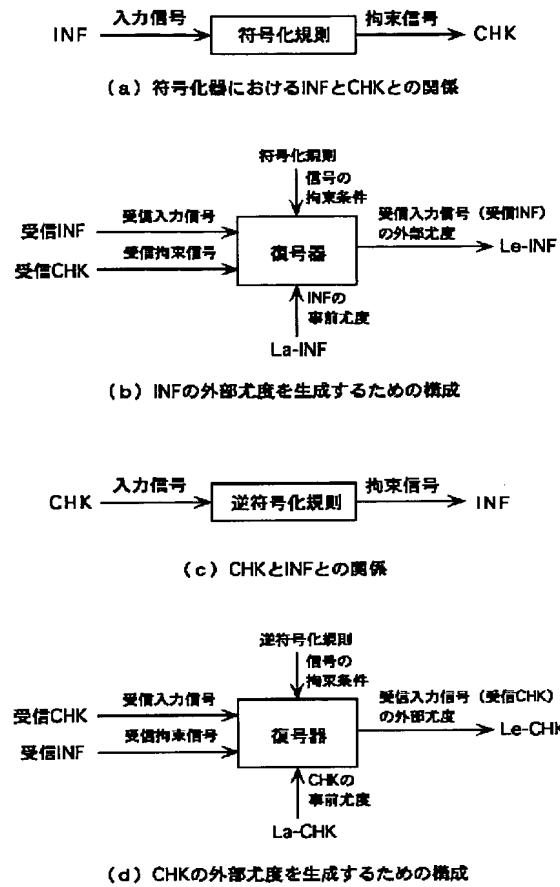
(a) 送信側



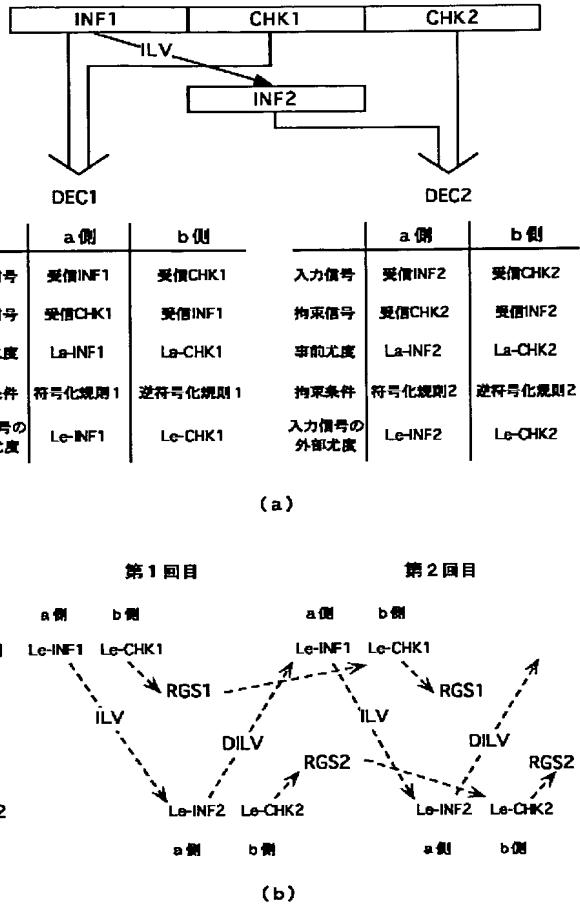
【図6】



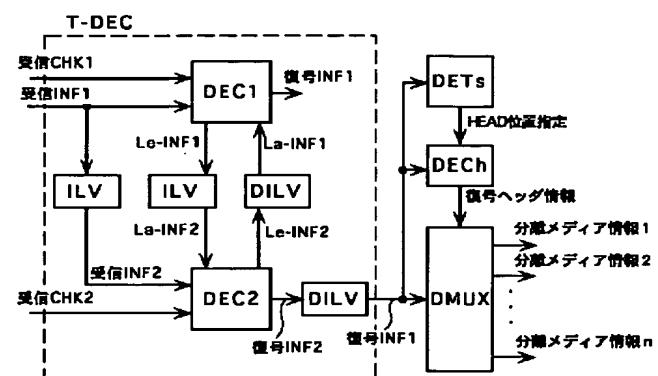
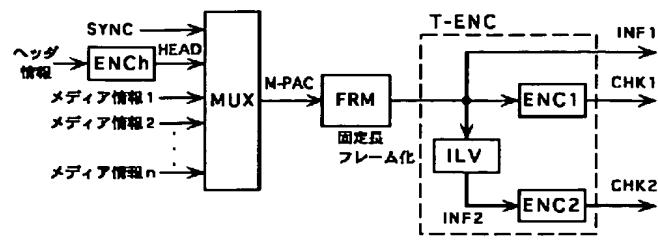
【図3】



【図4】



【図 7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)